

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

GÉOMETRE TOPOGRAPHE

SESSION 2006

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 H

Coefficient : 2

- SUJET -

Dès remise du sujet, assurez-vous qu'il est complet.

*Le sujet comporte un seul problème dont les 3 parties sont indépendantes
et une annexe à rendre avec la copie.*

Il sera tenu compte de la présentation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

IMPLANTATION D'UN ROND-POINT

Dans le cadre de son activité, un géomètre participe à une étude en vue de l'implantation d'un carrefour giratoire.

On exprimera les résultats numériques avec le nombre de chiffres significatifs compatibles avec ceux des données.

EXERCICE 1 (7 pts)

OPTIQUE : NIVELLEMENT

Le géomètre doit réaliser un nivellement direct de haute précision. Le niveau est doté d'un micromètre optique, muni d'un dispositif de lecture à lame à faces parallèles.

On se propose ici d'étudier cette lame à faces parallèles, constituée de deux dioptres plans.

1°/ On s'intéresse tout d'abord au premier dioptre air-verre. On considère un rayon de lumière arrivant avec un angle d'incidence i sur le dioptre séparant l'air, d'indice $n_{\text{air}} = 1,00$, et le verre, d'indice $n_{\text{verre}} = 1,50$. On note r l'angle de réfraction.

- Rappeler les lois de Descartes relatives à la réfraction.
- On considère le rayon arrivant sous l'angle d'incidence $i = 30^\circ$. Établir l'expression littérale de l'angle de réfraction et le calculer.
- Dessiner, avec précision, sur le schéma 1 joint en annexe, le trajet du rayon de lumière au cours de cette réfraction.

2°/ La lame à faces parallèles a une épaisseur notée e ; on note i_1 l'angle d'incidence sur le premier dioptre (air-verre) et i_2 l'angle d'incidence sur le deuxième dioptre (verre-air).

- Calculer l'angle d'incidence maximum ($i_{2\text{max}}$) sur le dioptre verre-air à l'intérieur de la lame à faces parallèles afin que le rayon sorte de la lame.
- On considère le rayon de la question 1°/ b). Établir la relation qui existe entre i_1 et l'angle du rayon lumineux émergent de la lame à faces parallèles, noté r_2 . Que peut-on dire des directions des rayons incident et émergent ?
- Sur le schéma 2, tracer avec précision le trajet suivi par ce rayon.
- Exprimer le décalage, noté d , entre le rayon incident et le rayon émergent, en fonction de e , i_1 et i_2 . Calculer ce décalage sachant que $i_2 = 19,5^\circ$ et $e = 1,50$ mm.

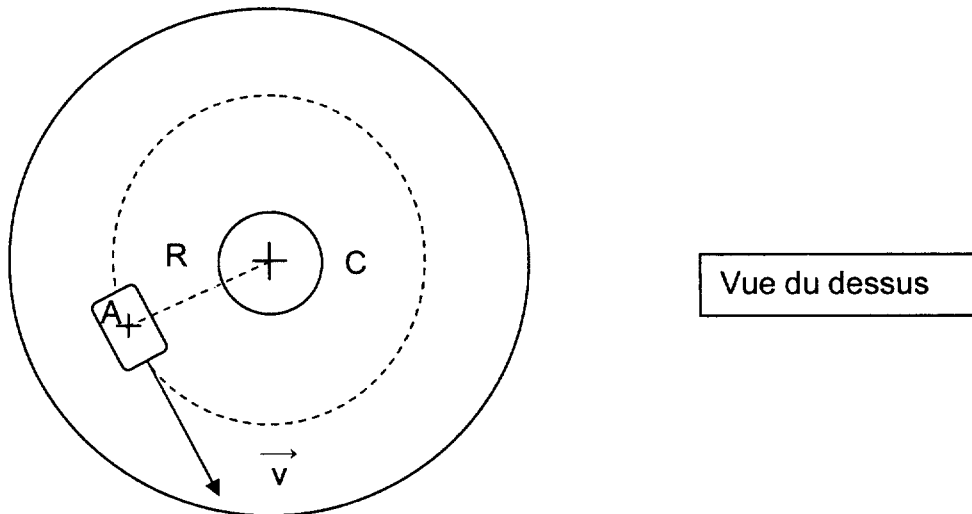
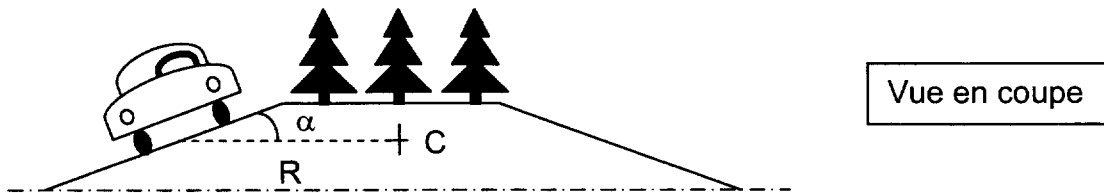
EXERCICE 2 (8 pts)

MECANIQUE : LIMITATION DE VITESSE PAR INCLINAISON

La municipalité a décidé de limiter, en agglomération, la vitesse de passage des automobiles lorsqu'elles abordent ces carrefours giratoires en les inclinant vers l'extérieur la chaussée.

On considère une voiture, de masse $m = 1100 \text{ kg}$, assimilée à son centre d'inertie A , qui aborde à une vitesse \vec{v} de valeur v constante le rond-point incliné d'un angle α avec l'horizontale.

L'étude de son mouvement est réalisée dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen ; sa trajectoire est circulaire, de centre C et de rayon R .



1° a) Quelle est la nature du mouvement de la voiture ?

b) En utilisant la base de Frenet, déduire les caractéristiques de son vecteur accélération.

c) Représenter le vecteur accélération sur le schéma 3 de l'annexe.

d) Exprimer les composantes de ce vecteur sur les axes Ox et Oy en fonction de v , R et α .

2°/ On considère que la réaction qui s'exerce par le support sur la voiture se décompose en deux composantes \vec{R}_T et \vec{R}_N représentées sur le schéma 3 joint en annexe ; les normes de ces composantes sont reliées entre elles par le coefficient de frottement solide, noté μ , entre les pneus et le bitume. On négligera les frottements fluides de la voiture avec l'air.

Données : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $R = 32 \text{ m}$; $\mu = 0,50$ (sur bitume sec).

- a) Faire l'inventaire des forces extérieures qui s'exercent sur la voiture.
- b) Compléter le schéma 3 donné en annexe en représentant la force manquante.
- c) Exprimer la deuxième loi de Newton (ou principe fondamental de la dynamique) sous sa forme vectorielle ; on obtient la relation 1.

3°/ On souhaite déterminer l'expression littérale de la vitesse maximale que peut atteindre une voiture abordant le rond-point.

- a) En projetant la relation 1 sur les axes Ox et Oy, établir les expressions littérales des normes R_T et R_N en fonction de n , v , R , g et α .
- b) Pour que la voiture ne glisse pas sur la chaussée, il faut que $R_T \leq \mu R_N$. En déduire que la vitesse maximale est donnée par la relation :

$$v_{\max} = \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}}$$

- 4°/ a) Calculer la valeur v_{\max} pour un angle d'inclinaison $\alpha = 5,0^\circ$. La valeur obtenue convient-elle à une agglomération ?
- b) Comparer cette valeur avec celle que l'on obtiendrait si la chaussée du carrefour giratoire n'était pas inclinée.
 - c) Conclure quant à l'utilité de l'inclinaison.

EXERCICE 3 (5 pts)

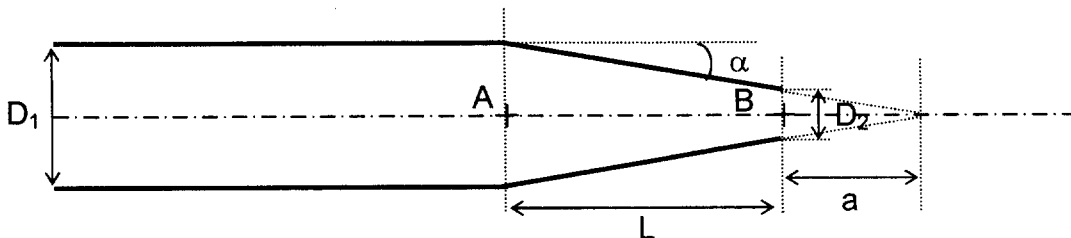
MÉCANIQUE DES FLUIDES : ÉCOULEMENT DES EAUX DE PLUIE

On étudie dans cette partie l'évacuation des eaux de pluie qui ruissellent sur le carrefour giratoire. L'eau est considérée comme un fluide parfait, de masse volumique $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

On rappelle l'invariant de Bernoulli : $\frac{v^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} = \text{constante}$.

1°/ Les ingénieurs des travaux publics ont calculé que la canalisation qui recueille les eaux de pluie doit pouvoir évacuer $4,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Calculer le diamètre D_1 que doit avoir cette conduite sachant que la vitesse d'écoulement est $v_1 = 5,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2°/ On veut accélérer la circulation de ces eaux pluviales dans la conduite de telle sorte que la vitesse soit multipliée par 1,5. Pour ce faire, on rétrécit la conduite de façon à former un convergent, caractérisé par un angle α :



- a) Calculer le diamètre D_2 de sortie du convergent.
- b) En déduire la longueur L du convergent sachant que $\alpha = 10,0^\circ$.

3°/ Quelle sera alors la variation de pression entre l'entrée (point A) et la sortie (point B) du convergent ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice 1

Schéma 1 :

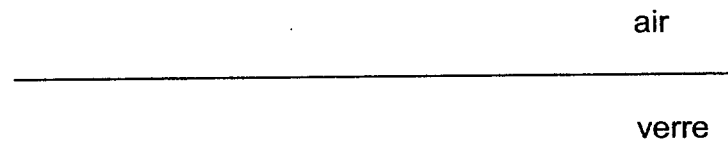
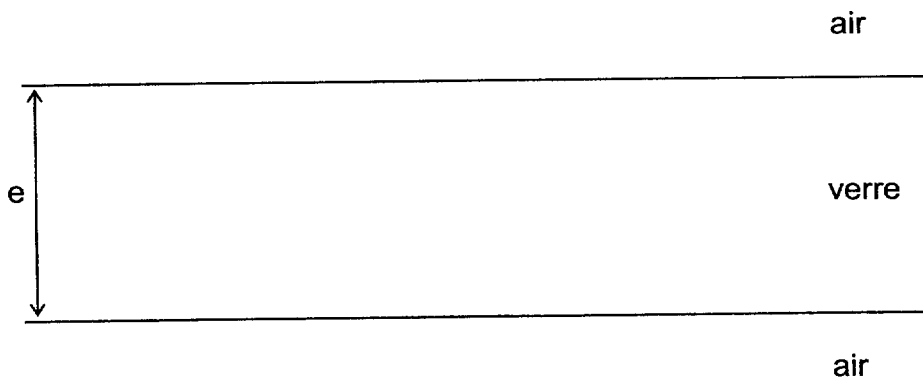


Schéma 2 :



Exercice 2

Schéma 3

